

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

E 2 1 B 47/12

47/14

47/16

47/18

E 2 1 B 47/12

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-308532

(22) 出願日 平成6年(1994)12月13日

(71) 出願人 000173809

財団法人電力中央研究所

東京都千代田区大手町1丁目6番1号

(71) 出願人 390027177

坂田電機株式会社

東京都杉並区荻窪4丁目8番13号

(72) 発明者 堀 義直

茨城県取手市新取手1丁目42番23号

(72) 発明者 坂田 文男

東京都杉並区善福寺4丁目22番11号

(72) 発明者 山崎 宣悦

東京都小平市仲町11番地

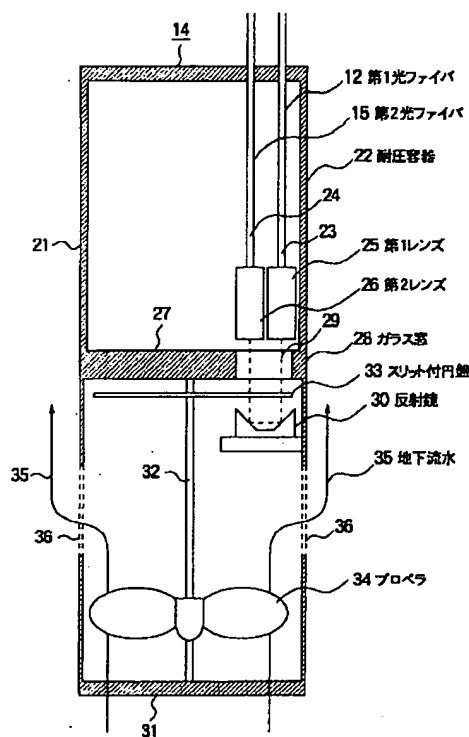
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 孔内流速測定装置

(57) 【要約】

【目的】 ボーリング孔内の高圧高温流体の速度を精度良く測定する孔内流速測定装置を提供すること。

【構成】 地下流水中にプロペラ34を配置して水流速度をプロペラの回転に変換し、この回転をスリット付円盤33に伝達する。スリット付円盤33は、第1光ファイバ12、第1レンズ25、耐圧容器22の壁の一部に設けられたガラス窓29、反射鏡30、第2レンズ26、第2光ファイバ15の経路の光を断続させて光の断続変調信号に変換して光検出器に送り出す。光の断続変調信号は電気的なパルス状信号に変換され、このパルス状信号を計数することにより、水流速度を計測する。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光をボーリング孔内に配置される耐圧容器内に導く第1の光ファイバと、この第1の光ファイバの一端部から出射される光を平行光線に拡大するように前記耐圧容器内に配置された第1のレンズと、この第1のレンズから出射される平行光を前記耐圧容器の外側に導くように、前記耐圧容器の壁部に設けられた光透過窓と、この光透過窓を介して前記耐圧容器の外側に導かれた平行光を再び前記光透過窓を介して前記耐圧容器内に導くように、前記耐圧容器の外側に配置された反射鏡と、この反射鏡により前記耐圧容器内に導かれた前記平行光を受光して収束させるように前記耐圧容器内に配置された第2のレンズと、この第2のレンズにより収束された光を受光し、受光した光を光検出器に導く第2の光ファイバと、前記耐圧容器の外側において前記第1のレンズから前記第2のレンズに至る光路を横切って回転可能に配置され、透光部と遮光部とが回転方向に交互に配置された回転盤と、この回転盤の回転軸に固定され、前記耐圧容器外を流れる地下流水により回転可能に配置される羽根車とを備え、前記光検出器は前記第2の光ファイバからの間欠的な光信号から前記地下流水の流速を測定することを特徴とする孔内流速測定装置。

【請求項2】 請求項1記載の孔内流速測定装置において、前記光透過窓は前記耐圧容器の底壁部に設けられ、前記反射鏡、前記回転盤及び前記羽根車は前記耐圧容器の下部に連設された筒状容器内に収納されていることを特徴とする孔内流速測定装置。

【請求項3】 請求項1あるいは2記載の孔内流速測定装置において、前記光検出器は、前記間欠的な光信号を電気的なパルス状信号に変換する光電変換部と、前記パルス状信号のレベルをあらかじめ定められた基準電圧レベルと比較して、前記パルス状信号のレベルが前記基準電圧レベルより高い時に信号を出力する比較部と、該比較部からの信号をカウントするカウンタと、あらかじめ定められた周期で前記カウンタの計数値をラッチするラッチ回路と、該ラッチ回路の出力を表示する表示部とを含むことを特徴とする孔内流速測定装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高温岩体発電用ボーリング孔内の地下流水の流速を測定する方式に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】 高温岩体発電は、地下3000m付近の地中温度が高い深度まで2本のボーリングを行い、両方のボーリング孔間に圧力を加えて岩盤中に小さい亀裂を多数作り、両方のボーリング孔が岩盤中の亀裂でつながると、岩盤中に見かけ上の熱交換器を形成出来るという原理に基づいている。すなわち、一方のボーリング孔より温度の低い水を注入すれば、他方のボーリング孔からは極めて高温の熱水が得られ、この熱エネルギーを利用

して発電を行うことが可能となる。熱交換器が形成される深度では高圧のため水の沸騰点は上昇することから、蒸気にはならず高温の水として存在する。

【0003】 ここで、一方のボーリング孔より加圧注入された水は岩盤中の熱交換器を経て他方のボーリング孔によって地上で回収されるため、全体としての流速は測定可能である。ところが、熱交換器としての岩盤の亀裂が存在する領域のどの部分から水が流入しているかについては、深度毎の流速を直接測定する以外には領域を特定することが出来なかった。

##### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 高温流体の速度測定は、地上であればドップラー測定などの非接触な測定方式を用いることで測定は可能である。しかし、深いボーリング孔内のように高圧下における高温流体の中で速度測定を行うには、半導体を用いた通常の電子回路部品は動作限界を越える温度となることから、測定方法が殆ど存在しない状況であった。

【0005】 従って本発明の課題は、ボーリング孔内の高圧高温流体の速度を精度良く測定する孔内流速測定装置を提供することにある。

##### 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明によれば、光源からの光をボーリング孔内に配置される耐圧容器内に導く第1の光ファイバと、この第1の光ファイバの一端部から出射される光を平行光線に拡大するように前記耐圧容器内に配置された第1のレンズと、この第1のレンズから出射される平行光を前記耐圧容器の外側に導くように、前記耐圧容器の壁部に設けられた光透過窓と、この光透過窓を介して前記耐圧容器の外側に導かれた平行光を再び前記光透過窓を介して前記耐圧容器内に導くように、前記耐圧容器の外側に配置された反射鏡と、この反射鏡により前記耐圧容器内に導かれた前記平行光を受光して収束させるように前記耐圧容器内に配置された第2のレンズと、この第2のレンズにより収束された光を受光し、受光した光を光検出器に導く第2の光ファイバと、前記耐圧容器の外側において前記第1のレンズから前記第2のレンズに至る光路を横切って回転可能に配置され、透光部と遮光部とが回転方向に交互に配置された回転盤と、この回転盤の回転軸に固定され、前記耐圧容器外を流れる地下流水により回転可能に配置される羽根車とを備え、前記光検出器は前記第2の光ファイバからの間欠的な光信号から前記地下流水の流速を測定することを特徴とする孔内流速測定装置が得られる。

【0007】 なお、前記光透過窓は前記耐圧容器の底壁部に設けられ、前記反射鏡、前記回転盤及び前記羽根車は前記耐圧容器の下部に連設された筒状容器内に収納されている。

【0008】 また、前記光検出器は、前記間欠的な光信号を電気的なパルス状信号に変換する光電変換部と、前

記パルス状信号のレベルもはじめ定められた基準電圧レベルと比較して、前記パルス状信号のレベルが前記基準電圧レベルより高い時に信号を出力する比較部と、該比較部からの信号をカウントするカウンタと、あらかじめ定められた周期で前記カウンタの計数値をラッチするラッチ回路と、該ラッチ回路の出力を表示する表示部とを含む。

#### 【0009】

【作用】上記の孔内流速測定装置によれば、高温高压下における流体の流速を羽根車の回転に変換し、この回転を透光部と遮光部とが回転方向に交互に配置された回転盤に伝達し、この回転盤により、第1の光ファイバの一端部から前記第2の光ファイバの一端部に至る光路を断続し、地上の光検出器により光の断続変化を検出することにより、高温岩体発電に使用されるボーリング孔内部における高温流体の速度測定が可能となる。

#### 【0010】

【実施例】次に、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明の孔内流速測定装置の全体構成を示す図である。地上に配置されたレーザ光源11から第1光ファイバ12内へレーザ光を入射させ、ボーリング孔13内に配置された流速検出部14にレーザ光を供給する。流速検出部14ではレーザ光は後述するように、流速に比例して断続変調され、第2光ファイバ15により地上の光検出器16に導かれる。光検出器16は、後述するように、断続変調されたレーザ光から流速を判定する。

【0011】図2はボーリング孔内に配置された流速検出部14の構成を示す断面図である。流速検出部14は円筒状の容器21内に収納されている。容器21の上部は密閉された耐圧容器22を含んでいる。耐圧容器22内には第1光ファイバ12と第2光ファイバ15の端部が収納されている。これら第1、第2光ファイバ12、15の一端部23、24にはそれぞれ、第1、第2レンズ25、26が結合されている。第1レンズ25は第1光ファイバ12から出射されるレーザ光を平行光に拡大し、耐圧容器22の底壁27に設けられたガラス窓28を通して耐圧容器22の外部に導出する。

【0012】耐圧容器22の下部に連設されている容器21内には、ガラス窓28の直下に反射鏡30が配置されている。この反射鏡30は、耐圧容器22の外部に導出された平行光29を折り返して再びガラス窓28を通して耐圧容器22内に導入するものである。耐圧容器22内部に導入された平行光29は、耐圧容器22内部に配置された第2レンズ26に入射する。第2レンズ26は、この平行光線を再び収束させて第2光ファイバ15にその一端部24から入射させる。

【0013】耐圧容器22下部の容器21内にはまた、耐圧容器22の底壁27と容器21の下端に設けられた軸受け板31との間に回転可能に、かつ垂直方向に延長

された回転軸32が設けられている。この回転軸32には、耐圧容器22直下の容器21内で回転可能なスリット付円盤33が固定されている。スリット付円盤33は、その一部が耐圧容器22の底壁27と反射鏡30との間の空間にあって、第1レンズ25から第2レンズ26に至る平行光線29の光路を横切って回転するように配置されている。そして、スリット付円盤33の平行光線を横切って回転する部分には図示しないが、円周方向に一定間隔をおいてスリットが形成されている。

【0014】回転軸32の下部にはまた、地下流水により回転可能に配置されるプロペラ34が固定されている。地下流水は矢印35で示すように、容器21の下端から流入し、耐圧容器22より下の容器21の周壁に形成された透孔36から容器21外へ流出する。この地下流水35によりプロペラ34が回転し、この回転は回転軸32を介してスリット付円盤33に伝達される。スリット付円盤33の回転により、第1、第2レンズ27、28間を通過する平行光線29を断続変調する。すなわち、スリット付円盤33が平行光線29の光路を横切るとき、スリット付円盤33に形成されたスリット（図示せず）部では平行光線29を通過させ、隣接するスリット間では平行光線を遮断する。プロペラ34の単位時間当たりの回転数は地下流水35の流速に比例して増減するため、スリット付円盤33の単位時間当たりの回転数も地下流水34の流速に比例して増減する。したがって、このスリット付円盤33により断続される平行光線の単位時間当たりの断続回数は地下流水34の流速に比例して増減する。

【0015】なお、スリット付円盤33に形成されたスリット（図示せず）部は、第1レンズ25から反射鏡30に向かう平行光線29と反射鏡30から第2レンズ26に向かう平行光線29の2本の光路が存在するが、これら2本の光路を同時に断続する構造でも、いずれか一方のみを断続し他方は単に通過させる構造としてもよい。更に、平行光線29の断続はスリットでなくても、光を透過する部分と遮断する部分とにより構成されていればよい。

【0016】この実施例においては、スリット付円盤33が耐圧容器22の外側に設けられており、耐圧容器22内の平行光線29がガラス窓28を通して外部のスリット付円盤33に導かれるため、構造が簡単となり、高い圧力の地下流水35が耐圧容器22内に侵入する恐れがないという利点がある。

【0017】図3は、図1に示される地上に設けられる光検出器16の構成を示すブロック図である。第2光ファイバ15から得られた断続変調されたレーザ光はアバランシェ・フォトリジスタ等の光電変換素子51に入射し、電気信号に変換される。この信号は断続変調されたレーザ光に対応した電気信号で、増幅器52により増幅されて比較回路53に供給される。比較回路53に

は基準電圧源54から基準電圧が供給され、この基準電圧と増幅器52の出力とを比較する。比較回路53は、増幅器52の出力が基準電圧より大きい場合にはハイレベル信号を出力し、増幅器52の出力が基準電圧より小さい場合にはローレベル信号を出力することにより、成形されたパルス状信号が得られる。

【0018】このパルス状信号はカウンタ回路55に供給されて計数される。カウンタ回路55の出力は計数値を示すバイナリ信号で、ラッチ回路56に供給される。カウンタ回路55及びラッチ回路56にはタイマ回路57から一定周期のクロックパルスが供給され、各周期の時間内におけるカウンタ回路55によるパルス状信号の計数値がラッチ回路56にラッチされる。ラッチ回路56にラッチされたパルス状信号の計数値はD/Aコンバータ58に供給されてアナログ信号に変換され、メータ等の表示器59に表示される。この結果、表示器59には、タイマ回路57により定められる一定周期毎に表示が更新されるため、地下流水の流速に比例した計数値が順次表示されることになる。

【0019】なお、図3に示した光検出器の構成は一例であり、他の周知の技術を利用して変更が可能であることは言うまでもない。

【0020】

【発明の効果】本発明によれば、地下流水中に配置され

たプロペラにより、流速を回転速度に変換し、更にこれを光の断続変調信号として光ファイバにより取り出すことにより、深いボーリング孔内のように高圧下における高温流体の中でも高精度での流水速度の測定が可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の孔内流速測定装置の全体構成を示す図である。

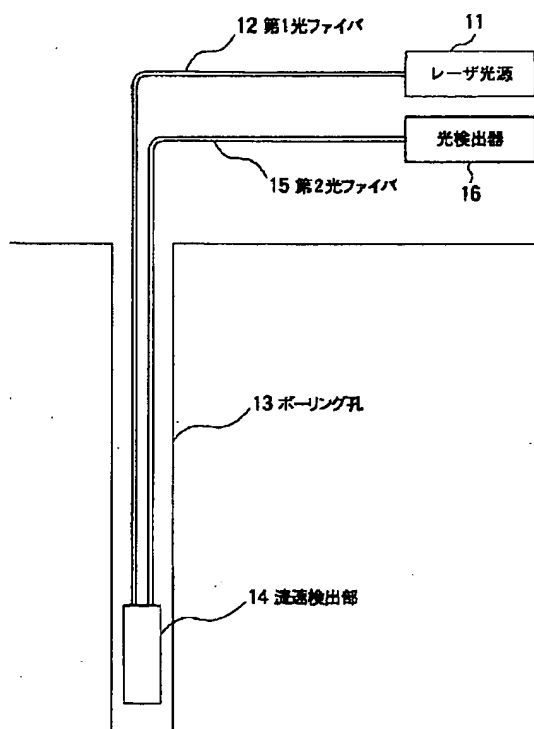
【図2】図1に示された流速検出部の構成を示す断面図である。

【図3】図1に示された光検出器の構成を示すブロック図である。

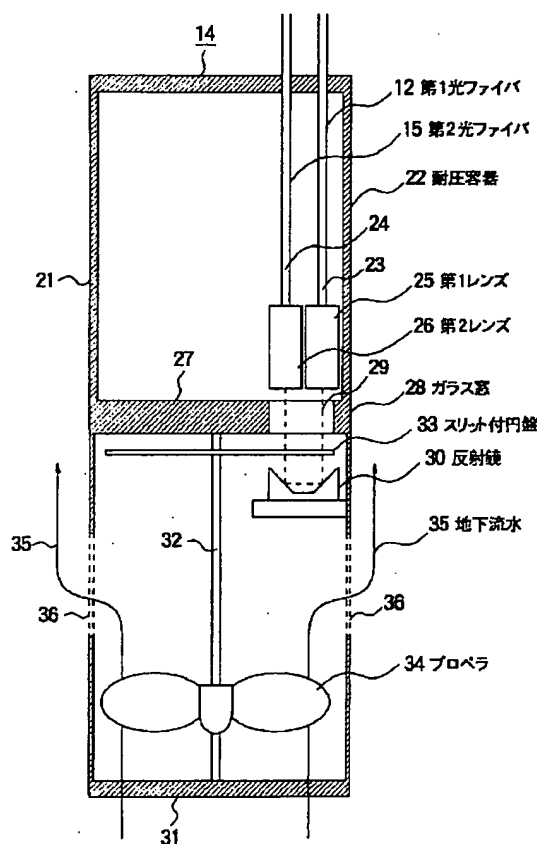
【符号の説明】

- 21 容器
- 22 耐圧容器
- 23 第1光ファイバの一端部
- 24 第2光ファイバの一端部
- 27 底壁
- 29 平行光線
- 31 軸受け板
- 32 回転軸
- 35 地下流水
- 36 透孔

【図1】



【図2】



【図3】

